

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-148347  
 (43)Date of publication of application : 29.05.2001

(51)Int. Cl. H01L 21/205  
 C23C 16/448

(21)Application number : 2000-271920 (71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD  
 LINTEC CO LTD  
 (22)Date of filing : 07.09.2000 (72)Inventor : KOJIMA YASUHIKO  
 MORI HIROYUKI  
 ONO HIROFUMI

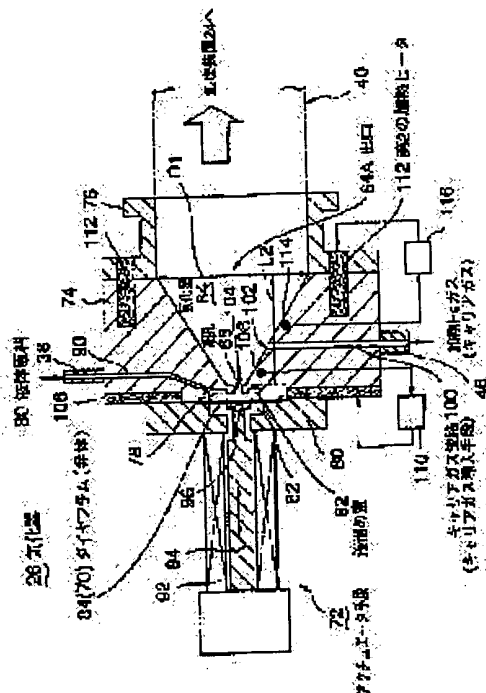
(30)Priority  
 Priority number : 11256410 Priority date : 09.09.1999 Priority country : JP

## (54) VAPORIZER AND SEMICONDUCTOR MANUFACTURING SYSTEM USING IT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vaporizer capable of efficiently vaporizing a liquid raw material.

SOLUTION: In the vaporizer 26 for vaporizing a liquid raw material supplied under pressure in a reduce pressure atmosphere, a liquid storage chamber 82 for temporarily storing the raw material 30 sent under pressure communicates with a pressure reduced atmospheric vaporizing chamber 64 through pores 66 to distribute the raw material to the vaporizing chamber. The liquid inlet of the storage chamber side of the pores 66 is opened or closed with a valve disc 70. The valve opening of the disc 70 is controlled by an actuator means 72.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
 of rejection]

[Kind of final disposal of application  
 other than the examiner's decision of

rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-148347  
(P2001-148347A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	
C 2 3 C 16/448		C 2 3 C 16/448	

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-271920(P2000-271920)  
(22) 出願日 平成12年9月7日(2000.9.7)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-256410  
(32) 優先日 平成11年9月9日(1999.9.9)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号  
(71) 出願人 390014409  
株式会社リンテック  
滋賀県野洲郡中主町大字乙窪字澤588番1  
(72) 発明者 小島 康彦  
山梨県韭崎市長坂町三ツ沢650番地 東京  
エレクトロン株式会社総合研究所内  
(74) 代理人 100070150  
弁理士 伊東 忠彦

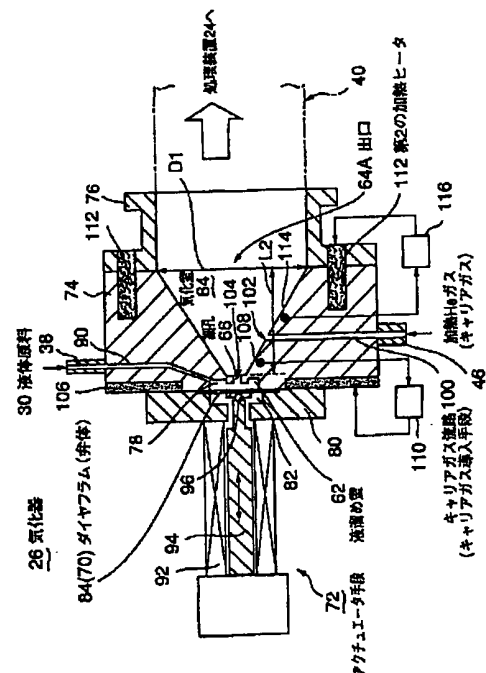
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気化器及びこれを用いた半導体製造システム

(57) 【要約】

【課題】 液体原料を効率的に気化させることができる気化器を提供する。

【解決手段】 圧送されてくる液体原料を減圧雰囲気中にて気化させる気化器26において、圧送されてくる液体原料30を一時的に貯留する液溜め室82と、減圧雰囲気になされた気化室64とを細孔66により連通して液体原料を気化室へ流通させる。細孔66の液溜め室側の液入口を弁体70により開閉する。弁体70の開閉度はアクチュエータ手段72により制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧送されてくる液体原料を減圧雰囲気中にて気化させる気化器であって前記圧送されてくる液体原料を一時的に貯留する液溜め室と、

減圧雰囲気になされた気化室と、  
前記液溜め室と前記気化室とを連通して前記液体原料を前記気化室へ流通させる細孔と、  
前記細孔の前記液溜め室側の液入口を開閉する弁体と、  
前記弁体の弁開度を制御するアクチュエータ手段とを備えたことを特徴とする気化器。

【請求項 2】 前記気化室へキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入手段を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の気化器。

【請求項 3】 前記キャリアガス導入手段は、前記細孔の出口の近傍にキャリアガスを噴出することを特徴とすることを特徴とする請求項 2 記載の気化器。

【請求項 4】 前記キャリアガス導入手段は、前記細孔の出口の近傍に位置する噴出口を有し、前記細孔の出口から吐出される液体原料の吐出方向に略垂直な方向にキャリアガスを噴出することを特徴とする請求項 3 記載の気化器。

【請求項 5】 前記キャリアガス導入手段は、前記細孔の出口の近傍に位置する噴出口を有し、前記細孔の出口から吐出される液体原料の吐出方向に対向する方向にキャリアガスを噴出することを特徴とする請求項 3 記載の気化器。

【請求項 6】 前記弁体は、ダイヤフラム或いはペローズよりなることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか一項記載の気化器。

【請求項 7】 前記気化室は、前記細孔の液出口より略円錐状に拡大していることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちのいずれか一項記載の気化器。

【請求項 8】 前記細孔の出口からの前記液体原料の吐出方向は、気化室出口の方向に一致していることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のうちのいずれか一項記載の気化器。

【請求項 9】 少なくとも前記気化室及び前記液体原料を加熱する加熱手段と、この温度を検出する温度センサとを備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちのいずれか一項記載の気化器。

【請求項 10】 前記加熱手段は複数の加熱ヒータよりなり、前記温度センサは前記加熱ヒータに対応させて複数個設けられると共に、1つの温度センサは前記細孔の液出口の近傍に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のうちのいずれか一項記載の気化器。

【請求項 11】 前記液体原料は、処理装置の成膜時に用いられる金属錯体原料であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のうちのいずれか一項記載の気化器。

【請求項 12】 請求項 1 乃至 11 のうちのいずれか一項記載の気化器と、処理装置とを備えたことを特徴とする

半導体製造システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は気化器及びこれを用いた半導体製造システムに係わり、特に半導体製造に使用される液体原料を気化させる気化器及びこれを用いた半導体製造システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、半導体デバイスを製造するには、半導体ウエハに成膜処理やパターンエッチング処理を繰り返し行なって所望のデバイスを製造するが、中でも成膜技術は半導体デバイスが高密度化及び高集積化するに伴ってその仕様が年々厳しくなっており、例えばデバイス中のキャパシタの絶縁膜やゲート絶縁膜のように非常に薄い酸化膜、或いは電極膜や配線膜などに対しても更なる薄膜化が要求されている。例えば配線膜を例にとれば、銅膜やアルミニウム膜を CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により成膜する方法が提案されており、この場合には、成膜ガスとして液状の原料(液体原料)を気化させてガス化し、成膜プロセスに用いている。上記液体原料を気化するにあたっては、気化器を用いているが、通常の成膜プロセスにおいては単位時間当たりの液体原料の流量は非常に僅かであり、精度の高い成膜処理を行なうためには、圧送される液体原料を効率的に気化させて下流側の成膜装置等へ供給する必要がある。

【0003】 ここで、従来の気化器の構成について、図 11 を参照して説明する。図示するように、従来の気化器 2 は、気化器本体 4 内に中空状の弁箱 6 を形成し、この弁箱 6 内を 2 分割するようにして屈曲可能になされた薄い円板状の金属板よりなるダイヤフラム 8 を設け、図示例では下方の空間を気化室 10 として形成している。このダイヤフラム 8 は、後述する弁口を開閉し、流量制御を行なう弁体として機能する。図示例においてこの気化室 10 の底部中心に弁口 12 を設けており、圧送されてくる原料液体をこの弁口 12 より吐出させるようになっている。また、この気化室 10 の底部には、例えば Ar ガスや He ガス等の不活性ガスをキャリアガスとして導入するキャリアガス導入口 14 及び原料液体を気化することにより形成された原料ガスを排出する原料ガス排出口 16 が設けられており、この原料ガスは図示しない成膜装置等へ搬送されて行く。

【0004】 一方、ダイヤフラム 8 の気化室 10 とは反対側には、例えば電磁式のアクチュエータ手段 18 が設けられており、この駆動軸 20 の先端で、上記ダイヤフラム 8 を押圧して上記弁口 12 の開閉及び弁開度を制御できるようになっている。また、この気化器全体は、図示しない加熱ヒータにより所定の温度に加熱されており、液体原料を加熱して気化し易くすると共に、気化状態の原料ガスの再液化を防止している。この気化器 2 に

において、気化室10内は、成膜装置側の真空引きにより減圧雰囲気になされており、圧送されてきた液体原料は、弁口12より流出して、減圧雰囲気気化室10内にて断熱膨張によりミスト化と気化が同時に生じて原料ガスが発生し、この原料ガスはキャリアガスにより運ばれて原料ガス排出口16より排出され、成膜装置側へ搬送される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような気化器2にあつては、屈曲ストローク量が非常に少ないダイヤフラム8自体を気化室10の仕切り壁として用いていることから、この気化室10の体積が非常に小さいので、コンダクタンスが小さくなり、この結果、成膜装置側で強力に真空引きを行なっても圧力損失が大きくて気化室10内を十分に真空引きできない、といった問題があった。また、上述のように排気コンダクタンスが小さいことから、気化状態の原料ガスの流れもそれ程円滑ではない、といった問題もあった。このため、気化室10内では、液体原料の気化が十分に行なわれずにミスト状の液体原料が気化室10の内壁に付着するといった現象も生じ易い傾向にある。この内壁に付着したミスト状の液体原料は、気化器自体が所定の温度に加熱されていることから次第に蒸発して行くが、この液体原料は化学的不安定な場合が多いので蒸発前に熱反応で分解し、これによって気化室内で例えば金属が析出して内部を閉塞させるなどの問題もあるのみならず、設計通りの所望の膜厚に達しない場合すらあった。

【0006】また、他の気化器として例えば特開平5-304100号公報に開示されているようなものもあるが、この気化器では開閉弁と流量制御弁を別体として設けていることから、気化器全体が複雑化するという問題がある。

【0007】本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、液体原料を効率的に気化させることができる気化器及びこれを用いた半導体製造システムを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に規定する発明は、圧送されてくる液体原料を減圧雰囲気中にて気化させる気化器において、前記圧送されてくる液体原料を一時的に貯留する液溜め室と、減圧雰囲気気化室と、前記液溜め室と前記気化室とを連通して前記液体原料を前記気化室へ流通させる細孔と、前記細孔の前記液溜め室側の液入口を開閉する弁体と、前記弁体の弁開度を制御するアクチュエータ手段とを備えるように構成したものである。

【0009】これにより、液溜め室内に一時的に貯留されている液体原料は、アクチュエータ手段により弁体を例えば開方向へ移動させることにより、液溜め室側の液

入口が開かれて、液体原料は細孔を通過して減圧雰囲気になされた比較的大きい気化室に流入し、これと同時にミスト化と気化が生じて原料ガスが発生する。この際、気化室は比較的大きくなされているので、液体原料を迅速に且つ効率的に気化させることが可能となる。

【0010】この場合、請求項2に規定するように、前記気化室へキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入手段を設けることにより、液体原料をキャリアガス中に混合させて効率的にミスト化させることが可能となる。

【0011】また、請求項3に規定するように、前記キャリアガス導入手段が、前記細孔の出口の近傍にキャリアガスを噴出することにより、キャリアガスの噴出によって、細孔から吐出される液体原料の比較的大きな液滴を高率的に微細な液滴にミスト化させることが可能となる。

【0012】また、請求項4に規定するように、前記キャリアガス導入手段が前記細孔の出口の近傍に位置する噴出口を有し、前記細孔の出口から吐出される液体原料の吐出方向に略垂直な方向にキャリアガスを噴出することとしてもよい。この場合、液体原料の液滴が細孔を出た後に比較的大きな液滴のまま気化室の壁面を伝わって流れたり、大きな液滴のまま気化室の空間に放出されたりすることが防止される。したがって、気化室に放出される液体原料を効率的に気化させることができる。

【0013】あるいは、請求項5に記載するように、前記キャリアガス導入手段が前記細孔の出口の近傍に位置する噴出口を有し、前記細孔の出口から吐出される液体原料の吐出方向に対向する方向にキャリアガスを噴出することとしてもよい。この場合、細孔の出口に向かってキャリアガスが噴出されるので、細孔から液体原料が吐出される際に表面張力により大きな液滴が発生するような場合でもキャリアガスの噴出により大きな液滴を微細な液滴にミスト化することができる。したがって、気化室に放出される液体原料を効率的に気化させることができる。

【0014】また、請求項6に規定するように、例えば前記弁体は、ダイヤフラム或いはペローズよりなる。また、請求項7に規定するように、例えば前記気化室は、前記細孔の液出口より略円錐状に拡大している。更に、請求項8に規定するように、例えば前記細孔の出口からの前記液体原料の吐出方向は、気化室出口の方向に一致するように設定してもよい。これによれば、排気コンダクタンスが大きくなって圧力損失を減少でき、一層効率的に液体原料を気化させることが可能となる。

【0015】また、請求項9に規定するように、例えば少なくとも前記気化室及び前記液体原料を加熱する加熱手段と、この温度を検出する温度センサとを備えるようにしてもよい。これによれば、例えば液体原料を加熱して気化し易くでき、また、気化状態の原料ガスが再液化

することも防止することが可能となる。

【0016】また、請求項10に規定するように、例えば前記加熱手段は複数の加熱ヒータよりなり、前記温度センサは前記加熱ヒータに対応させて複数個設けられると共に、1つの温度センサは前記細孔の液出口の近傍に設けられるようにしてもよい。これによれば、気化熱により冷える傾向にある細孔の液出口の近傍の温度を検出できるので、これを最適な温度に制御でき、液体原料の気化を一層効率的に行なうことが可能となる。

【0017】また、請求項11に規定するように、例えば前記原料液体は、処理装置の成膜時に用いられる金属錯体原料である。

【0018】また、請求項12に規定する発明は、上述したような気化器と、処理装置とを備えたことを特徴とする半導体製造システムである。

【0019】これにより、所望の流量の液体原料を、半導体製造のためのプロセスガスとして効率的に使用することが可能となり、例えば堆積膜の膜厚を精度良くコントロールすることが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る気化器及びこれを用いた半導体製造システムの実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0021】図1は本発明の第1実施例による気化器を用いた半導体製造システムを示す概略全体構成図、図2は図1に示す気化器の断面図、図3乃至図5は図1に示す気化器の主要部を示す拡大図、図6はダイヤフラムを示す平面図である。ここでは、液体原料としてCu(hfac)TMVSを用いて銅(Cu)膜をCVDにより成膜する場合について説明する。

【0022】図1に示す半導体製造システム22は、成膜を施す処理装置24と、これに供給する成膜ガスとして液体原料を気化させる気化器26とにより主に構成される。上記気化器26に対して液体原料を供給する原料供給系28は、金属酸化膜の原料として液体原料30、例えばCu(hfac)TMVS(銅含有錯体)を貯留する密閉状態の原料タンク32を有しており、タンク32は分解反応を防ぐために、加熱せずに室温に保たれている。

【0023】この原料タンク32の気相部には、加圧管36の先端が上部より導入されており、この加圧管36からは加圧気体として例えば圧力制御されたHeガスを原料タンク32内の気相部へ導入し得ようになっている。

【0024】また、この原料タンク32と上記気化器26の入口とは、例えばステンレス管よりなる液体原料供給通路38により連絡され、この気化器26の出口と上記処理装置24の天井部を連絡するようにして例えばステンレス管よりなる原料ガス通路40が設けられている。上記供給通路38の原料導入口38Aはタンク32

内の液体原料30中に浸漬させて底部近傍に位置されて、液体原料30を通路38内に加圧搬送し得ようになっている。この液体原料供給通路38は、その途中に液体質量流量計42を介設して、気化器26内の弁体にて液体原料30の供給量を制御できるようになっている。

【0025】そして、この気化器26よりも下流側の原料ガス通路40には、例えばテープヒータよりなる保温用ヒータ44が巻回されており、成膜ガスの液化温度よりも高く、且つ分解温度よりも低い温度、例えば50〜70℃の範囲内で保温するようになっている。

【0026】また、上記気化器26には、キャリアガス導入管46が接続されており、キャリアガスとして例えばArガスやHeガスのような不活性ガス、ここではHeガスを流量制御しつつ供給するようになっている。

【0027】一方、上記処理装置24は、例えばアルミニウムにより筒体状に成形された処理容器48を有している。この処理容器48の底部48Aの中心周辺部には、排気口50が設けられており、この排気口50には図示しない例えばターボ分子ポンプやドライポンプが介設されて、容器内部を真空引き可能としている。

【0028】この処理容器48内には、非導電性材料、例えばアルミナ製の載置台52が設けられ、この載置台52上に被処理体として例えば半導体ウエハWを載置するようになっている。

【0029】上記載置台52には、例えば、SiCによりコーティングされたカーボン製の抵抗発熱体54が埋め込まれており、この上面側に載置される半導体ウエハを所望の温度に加熱し得ようになっている。尚、ウエハを加熱する手段として上記抵抗発熱体54に替え、ハロゲンランプ等の加熱ランプを用いて加熱するようにしてもよい。

【0030】また、処理容器48の天井部には、シャワーヘッド56が気密に取り付けられており、上記シャワーヘッド56は載置652の上面の略全面を覆うように対向させて設けられている。このシャワーヘッド56の導入口には、上記原料ガス通路40の先端が接合されており、処理容器48内に成膜ガス等をシャワー状に導入するようになっている。そして、この処理容器48の側壁には、ゲートバルブ58を介して真空引き可能になされたロードロック室60が接合されている。

【0031】次に、図2乃至図5を参照して上記気化器26の構造を説明する。図2に示すようにこの気化器26は、上記液体原料供給通路38側から圧送されてくる液体原料30を一時的に貯留する液溜め室62と、原料ガス通路40側へ接続されて減圧雰囲気になされた気化室64と、上記液溜め室62と上記気化室64とを連通して液体原料を上記気化室64側へ流通させる細孔66と、この細孔66の液溜め室62側の液入口68を開閉する弁体70と、この弁体70の弁開度を制御するアク

チュエータ手段72とにより主に構成されている。

【0032】具体的には、上記気化室64を区画する気化器本体74は、例えばアルミニウム製の円柱状のブロック体よりなり、このブロック体を穿り抜くことにより略円錐形状のように出口側が次第に拡開された気化室64を形成している。図示例にあっては、加工の容易性も考慮して、気化室64の区画面は、円錐の表面に略沿うようにしたテーパ面として全体を略円錐形状としている。

【0033】そして、この気化室64の出口64Aには、この直径と同じ内径に設定されたフランジ部76が図示しないボルト等により連結されている。このフランジ部76は、原料ガス通路40に直線状に接続されることになる。

【0034】上記気化器74の図中左側端部には、上記気化室64と連通された上記細孔66が設けられている。この細孔66の近傍には浅い凹部78が設けられ、この凹部78の全体を被うようにして、台座80を接合している。この台座80にも上記浅い凹部78と対応させて凹部82を設けている。そして、この台座80側の凹部82と上記気化器本体74側の凹部78との間を気密に仕切るようにして弁体70としてここでは円板状のダイヤフラム84を介在させている。この弁体70としてのダイヤフラム84は、図6にも示すように例えばステンレス製の薄い金属円板よりなり、板厚方向へ変形屈曲可能になされている(図5参照)。このようにダイヤフラム84で区画された上記気化器本体74側の凹部78が上記液溜め室62として形成される。そして、この凹部78と上記液体原料供給通路38とを連通するようにして、直径が例えば3mm程度の液流路90が形成されている。

【0035】従って、原料液体30は上記液流路90を介して液溜め室62内へ一時的に貯留することになり、上記細孔66の液溜め室62側の液入口68に上記ダイヤフラム84を着座させて閉塞することにより、液体原料の流れを停止させることが可能となる。

【0036】一方、前記アクチュエータ手段72は、上記弁体70側に取り付けられており、筒体状の電磁コイル92とこの中心を上記ダイヤフラム84が位置する方向へ移動可能になされた駆動ロッド94とにより主に構成されている。そして、この駆動ロッド94は微小ストローク量が制御可能になされており、後述するように微小な弁開度を精度良くコントロールできるようになっている。この駆動ロッド94の先端部は、上記台座80を貫通して凹部82内に侵入し、この先端に可動状態になされた剛球96を介して弁体押圧部材98を取り付けており、この弁体押圧部材98により上記ダイヤフラム84を裏面側から押圧するようになっている。上記剛球96の目的は、駆動ロッド94による押圧力が上記ダイヤフラム84の面に対して常に垂直方向となるように設定

するためである。尚、上記アクチュエータ手段72としては、上述したような電磁駆動方式のものに限定されず、例えば圧電素子による駆動方式を採用してもよい。

【0037】一方、上記気化器本体74には、キャリアガス導入手段として、直径が例えば2mm程度のキャリアガス流路100が形成されており、そのガス噴射口102が上記気化室64内に臨ませて設けられている。そして、このキャリアガス流路100は、キャリアガス導入管46に接続されており、例えば気化器本体74の温度と同じ温度に加熱したHeガスをキャリアガスとして気化室64へ導入するようになっている。この場合、液体原料30のミスト化を促進させるためには、上記ガス噴射口102を細孔66の液出口104に対してできるだけ接近させて設けるのがよく、現行の加工技術を考慮すれば略5mm程度まで接近させることが可能である。

【0038】また、上記台座80と気化器本体74との間には、加熱手段としてリング板状の第1の加熱ヒータ106が介在されており、流入してくる液体原料30や、特にダイヤフラム84及び液体原料30の気化熱により冷却される傾向にある細孔66の部分を加熱し得るようになっている。そして、上記細孔66の近傍には、温度センサとして例えば第1の熱電対108が埋め込まれており、第1の温度制御部110はこの第1の熱電対108の検出値が所定の値を維持するように上記第1の加熱ヒータ106を制御するようになっている。

【0039】また、上記フランジ部76及び気化器本体74を貫通するようにして、加熱手段として棒状の第2の加熱ヒータ112が複数本埋め込まれており、このフランジ部76や気化器本体74を加熱するようになっている。この場合にも、上記気化器本体74には、温度センサとして第2の熱電対114が気化室64に接近させて埋め込まれており、第2の温度制御部116は、この第2の熱電対の検出値が所定の値を維持するように上記第2の加熱ヒータ112を制御するようになっている。

【0040】ここで主要部の各寸法について簡単に述べると、気化室64の出口64Aの直径D1は12~20mm程度、細孔66の直径D2は0.5~2mm程度、その長さL1は5mm以下程度である(図3参照)。特に、細孔66内に貯留する液体原料の体積をより小さくするために、すなわち、この細孔66内の体積を例えば液体原料の流量の数秒以内の総流量程度に抑制するために、上記直径D2や長さL1はできるだけ小さく設定するのが好ましい。また、気化室64の長さL2は12~20mm程度に設定し、この出口64Aの直径D1と比較して、できるだけ圧力損失が少なくなるような寸法とする。

【0041】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。

【0042】まず、図1を参照して半導体製造システムによる成膜処理について説明する。まず、処理装置24

の処理容器48内には、載置台52上に半導体ウエハWが載置されて所定のプロセス温度、例えば200℃程度に加熱維持されていると共に、真空引きによって所定のプロセス圧力、例えば1 Torrに維持されている。一方、原料供給系28の原料タンク32内に貯留されているCu(hfac)TMVSのような液体原料30は、分解反応防止のため、室温に保たれている。この液体原料30は、加圧管36より供給される例えばHeなどの加圧ガスによって液体原料供給通路38内を圧送され、途中に介設した液体質量流量計42により流量検知されつつ気化器26へ導入される。液体流量信号は気化器内の弁体へフィードバックされ流量制御をする。この気化器26へ導入された液体原料は、後述するようにここで断熱膨張することにより気化されて原料ガスとなり、この原料ガスは、液化温度以上であって、分解反応温度以下の温度に加熱維持されている原料ガス通路40を流下して処理装置24のシャワーヘッド56から処理容器48内へ供給され、ここで例えばウエハWの表面に銅膜等を成膜することになる。

【0043】次に、図2及び図5を参照して上記気化器26の動作について説明する。図3は気化器の弁開度が全開状態を示し、図4は気化器の弁開度が半開状態を示し、図5は気化器の弁開度が全閉状態を示している。図2において、液体原料供給通路38を流れてきた液体原料30は、液流路90を介してダイヤフラム84で区画された微小容量の液溜め室62内へ流れ込む。この液体原料30は、図3及び図4に示すように、弁体として機能するダイヤフラム84が細孔66の液入口68に着座しておらずにこれより離れている場合には、この細孔66の流入口68から細孔66内を通過し、そして、他端の液出口104から減圧雰囲気になされている気化室64内に向けて放出される。そして、放出されると直ちに、断熱膨張によって液体原料30は非常に細かな液滴にミスト化されると同時に瞬時に気化され、原料ガスが発生することになる。また、これと同時に、キャリアガス流路100のガス噴出口102からは、キャリアガスとしてHeガスが噴射されている。この際、従来の気化器と異なり、気化室64の容積乃至体積は、非常に小さくなされているので、液体原料30を非常に効率的に気化させることができる。従って、微細なミストが気化室64の内壁面へほとんど付着することもなく、また、液体原料が気化室64内へ残留することもない。また、気体原料30を効率的に気化させることができることから、気化室64内で液体原料が熱分解することなく、従って、分解による析出金属によって気化器自体が閉塞することも防止することができる。このように、供給した液体原料を、略完全に気化させて成膜に寄与させることができるので、設計値通りの膜厚の堆積膜を形成することが可能となる。

【0044】また、上述のように気化室64の容量を大

きくしているので、排気コンダクタンスが非常に大きくなって気化室64における圧力損失が非常に小さくなり、この点よりも液体原料の気化効率を更に向上させることができる。ちなみに、前述した本実施例のような寸法の場合には、気化室64における圧力損失は10%程度まで抑制することができた。また、細孔66より射出した液体原料は気化されて、そのまま方向をほとんど変えることなく直線的に原料ガス通路40内側へ流れ込んで行くので、流出気体に乱流が生ずることなく、これを円滑に流下させることができる。また、キャリアガスを噴射するガス噴射孔102は、その直径を非常に小さくして噴出ガス流速を高めていると共に、細孔66の液出口104に非常に接近させて設けてあることから、細孔66から流出した液体原料はこのキャリアガスにより効率的に攪拌されるので、液体原料のミスト化を一層促進させることができる。

【0045】また、気化室64の壁面には大きな不連続面が存在しないので、気体の淀みもその分、抑制することが可能となる。

【0046】更には、また複数、例えば2つの加熱ヒータ106、112を設けて、それぞれの加熱対象部分の温度を、これに対応する熱電対108、114で検出して制御を行なうようにしたので、全体の加熱温度の均一性を高く維持することができる。特に、第1の熱電対108は、気化熱により温度が低下する傾向にある細孔66の液出口104の近傍の温度を検出して、この部分の温度を適正値に維持しているので、この点よりも液体原料の気化を更に効率的に行なうことが可能となる。

【0047】ここで液体原料30の流量を制御するには、アクチュエータ手段72の駆動ロッド94を微小距離ずつ前進或いは後退させることにより、ダイヤフラム84の屈曲量を変化させて弁開度を変化させればよい。そして、液体原料30の供給を停止するには、図5に示すように、ダイヤフラム84を細孔66の液入口68に完全に着座させてここを全閉状態とすればよい。この際、細孔66内には、この体積が非常に小さく設定されていることから、僅か数秒程度の流量に相当する液体原料しか残存しないことになり、成膜中の堆積膜の厚さに悪影響を与えることもない。

【0048】上記実施例では、気化室64の壁面形状を、円錐形状としたが、これに限定されず、例えば図7(A)に示すようにテーパ面と垂直面と水平面が適宜組み合わせられた形状としてもよく、図7(B)に示すようにテーパ面と垂直面とを組み合わせて出口64Aの直径D1をフランジ部76の径よりも大きく設定してできるだけ気化室64内の体積を大きくするようにしてもよいし、或いは図7(C)に示すように気化室64を略円錐形状に沿って形成するのではなく、略円筒形状に成形して気化室64内の体積をできるだけ大きくするようにしてもよい。いずれにしても、この気化室64の全体形状



は、体積が大きければよく、その形状は特に限定されない。

【0049】また、上記実施例では、弁体70としてダイヤフラム84を用いたが、これに限定されず、図8に示すように弁体70として金属薄板で蛇腹状に形成されて伸縮自在になされたベローズ120を用いるようにしてもよい。また、ここでは液体原料として、銅膜を成膜する際に使用するCu(hfac)TMVSを使用した場合を例にとって説明したが、これに限定されず、どのような液体にも適用することができ、例えばアルミニウムを成膜する際に用いるDMAH(ジメチルアルミニウムヘキサイド)、酸化タンタル膜等を成膜する際に用いるTa(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>5</sub>(金属アルコキシド)、TEOS原料等も使用することができる。

【0050】次に、本発明の第2実施例による気化器について、図9を参照しながら説明する。図9において、図2に示す構成部品と同様な部品には同じ符号を付し、その説明は省略する。

【0051】本発明の第2実施例による気化器26Aは、基本的に上述の第1実施例による気化器26と同じ構成を有しているが、キャリアガスを噴出するための構造が異なる。すなわち、第1実施例による気化器26では気化室64の壁面からキャリアガスを噴出する構成であるが、本実施例による気化器26Aではキャリアガスを細孔66の出口の直下に対して周囲から噴出して液体原料のミスト化を促進している。

【0052】図9に示すように、本実施例による気化器26Aの気化器本体74Aに設けられたキャリアガス流路100の先端は、気化室64の壁面に沿って細孔66の出口付近まで延在した円錐流路100Aに接続されている。円錐流路100Aは、気化室64の壁面に沿った円錐形の流路である。キャリアガス流路100は円錐流路100Aの底部に接続され、円錐流路100Aの頂部は図9に示すように細孔66の直下に位置するように構成されている。

【0053】したがって、円錐流路100Aに供給されたキャリアガスは、円錐流路100Aを円錐形状の底部から頂部へと向かって流れて細孔66の直下に導かれ、ここで気化室64に噴射される。円錐流路100Aの出口は、キャリアガスの噴出方向が細孔66からの液体原料の吐出方向に対してほぼ垂直な方向となるように構成されている。これにより、細孔66の出口から出た液体原料に対して周囲からキャリアガスが噴出され、液体原料は気化室64の壁面を伝わることなく気化室64の空間に放出される。

【0054】円錐流路100Aを形成するために、本実施例における気化器本体74Aは、上側本体74aと下側本体74bとにより構成されている。すなわち、円錐流路100Aは円錐状に形成された上側本体74aの内面と、円錐状に形成された下側本体74bの外面との間に

形成される。このように円錐流路100Aを形成することとすれば、簡単な構成でキャリアガスを細孔66の出口の直下に導く流路を形成することができる。

【0055】上述のような構成では、細孔66から吐出された液体原料30は、キャリアガスの噴出によって微細な液滴にミスト化されて気化室64の空間に放出される。すなわち、細孔66から吐出された液体原料の液滴は、表面張力により大きな液滴となって気化室の壁面を伝わって流れたり、大きな液滴のまま気化室64の空間に放出されたりすることなく、細孔66から吐出されとすぐに微細な液滴となって気化室64の空間に放出される。そして、液体原料の微細な液滴は瞬時に気化して材料ガスとなる。

【0056】以上のように、本実施例による気化器26Aによれば、液体原料30をキャリアガスの噴出によって効率的に微細なミストとすることにより、液体原料を効率的に気化させることができる。

【0057】なお、本実施例においても、ダイヤフラム84の代わりにベローズ120を使用してもよい。また、気化室64の形状は円錐形状に限定されることがなく、様々な形状を採用することができる。

【0058】次に、本発明の第3実施例による気化器について、図10を参照しながら説明する。図10において、図2に示す構成部品と同様な部品には同じ符号を付し、その説明は省略する。

【0059】本発明の第3実施例による気化器26Bは、基本的に上述の第1実施例による気化器26と同じ構成を有しているが、キャリアガスを噴出するための構造が異なる。すなわち、第1実施例による気化器26では気化室64の壁面からキャリアガスを噴出する構成であるが、本実施例による気化器26Bではキャリアガスを細孔66の出口の直下から細孔66の出口に向かって噴出して液体原料のミスト化を促進している。

【0060】図10に示すように、本実施例による気化器26Bの気化器本体74に設けられたキャリアガス流路100の先端は、気化室64の空間に突出して細孔66の出口付近まで延在したキャリアガス噴出管100Bに接続されている。キャリアガス噴出管100Bは、気化室64の壁面から気化室64に突出し、ほぼ中心まで延在してから方向が90度曲げられて細孔66に向かって延在している。したがって、キャリアガス流路100に供給されたキャリアガスはキャリアガス噴出管100Bにより細孔66の直下に導かれ、ここで細孔66の出口に向かって噴射される。

【0061】上述のような構成では、細孔66から吐出された液体原料30は、キャリアガス噴出管100Bからのキャリアガスの噴出によって微細な液滴にミスト化されて気化室64の空間に放出される。すなわち、細孔66から吐出された液体原料の液滴は、表面張力により大きな液滴となって気化室64の壁面を伝わって流れた

り、大きな液滴のまま気化室64の空間に放出されたりすることなく、細孔66から吐出されとすぐに微細な液滴となって気化室64の空間に放出される。そして、液体原料の微細な液滴は瞬時に気化して材料ガスとなる。

【0062】以上のように、本実施例による気化器26Bによれば、液体原料30をキャリアガスの噴出によって効率的に微細なミストとすることにより、液体原料を効率的に気化させることができる。

【0063】なお、本実施例においても、ダイヤフラム84の代わりにペローズ120を使用してもよい。また、気化室64の形状は円錐形状に限定されることがなく、様々な形状を採用することができる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の気化器及びこれを用いた半導体製造システムによれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

【0065】請求項1、6、7に規定する発明によれば、気化室は比較的大きくなされているので、液体原料を迅速に且つ効率的に気化させることが可能となる。

【0066】また、気化室内に液体原料が残留することがなくなるので、これが閉塞することも防止することができる。

【0067】請求項2に規定するように、キャリアガスを導入することにより、液体原料をキャリアガス中に混合させて効率的にミスト化させることができる。

【0068】請求項3に規定するように、キャリアガスの噴射口を細孔の液出口の近傍に設けることにより、細孔の液出口より流出した液体原料を直ちにキャリアガスで拡散させてミスト化できるので、その分、液体原料の気化を効率的に行なうことができる。

【0069】請求項4に規定するように、細孔の出口から吐出され液体原料の吐出方向に略垂直な方向にキャリアガスを噴出することにより、液体原料が気化室の壁面に沿って流れることを防止し、液体原料を微細な液滴として気化室の空間に放出することができ、液体原料を効率的に気化させることができる。

【0070】請求項5に規定するように、細孔の出口に向かってキャリアガスを噴出することにより、液体原料を微細な液滴として気化室の空間に放出することができ、液体原料を効率的に気化させることができる。

【0071】請求項8に規定するように、液体原料の吐出方向を、気化室出口の方向に一致させることにより、排気コンダクタンスが大きくなって圧力損失を減少でき、一層効率的に液体原料を気化させることができる。

【0072】請求項9に規定するように、気化室や液体原料を加熱することにより、液体原料を気化し易くでき、また、気化状態の原料ガスが再液化することも防止することができる。

【0073】請求項10に規定するように、細孔の液出口に温度センサを設けることにより、気化熱により冷え

る傾向にある細孔の液出口の近傍の温度を検出できるので、これを最適な温度に制御でき、液体原料の気化を一層効率的に行なうことができる。

【0074】請求項11に規定するように、成膜時に用いられる金属錯体原料を液体として使用すれば、正確な量の原料ガスを成膜に寄与させることができ、膜厚を設計値通りに精度良くコントロールすることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の第1実施例による気化器を用いた半導体製造システムを示す概略全体構成図である。

【図2】本発明の第1実施例による気化器を示す断面図である。

【図3】図2に示す気化器の主要部を示す拡大図である。

【図4】図2に示す気化器の主要部を示す拡大図である。

【図5】図2に示す気化器の主要部を示す拡大図である。

【図6】ダイヤフラムを示す平面図である。

20 【図7】本発明の第1実施例による気化器の気化室の形状の変形例を示す断面図である。

【図8】本発明の第1実施例による気化器の弁体にペローズを用いた時の構造を示す図である。

【図9】本発明の第2実施例による気化器を示す断面図である。

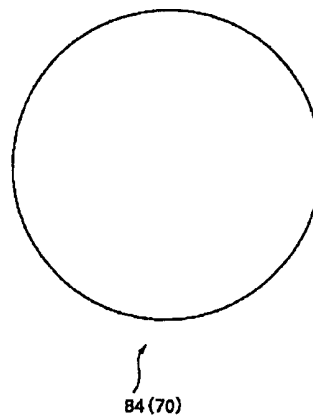
【図10】本発明の第3実施例による気化器を示す断面図である。

【図11】従来の気化器を示す構成図である。

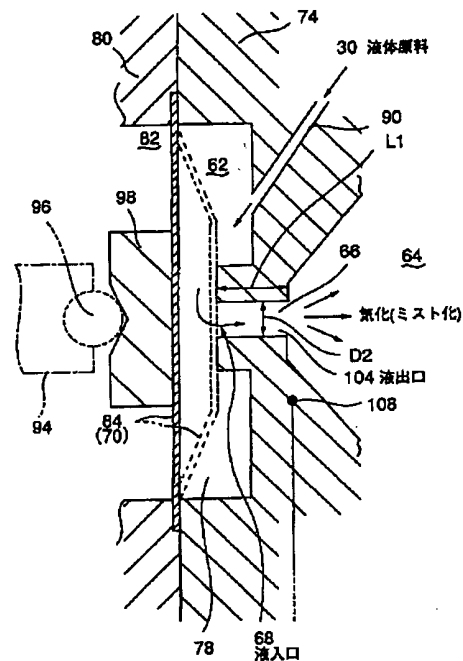
【符号の説明】

- 30 22 半導体製造システム
- 24 処理装置
- 26, 26A, 26B 気化器
- 30 液体原料
- 32 原料タンク
- 62 液溜め室
- 64 気化室
- 66 細孔
- 68 液入口
- 70 弁体
- 40 72 アクチュエータ手段
- 74, 74A 気化器本体
- 84 ダイヤフラム
- 100 キャリアガス流路
- 100A 流路
- 100B キャリアガス噴出管
- 102 ガス噴射口
- 104 液出口
- 106 第1の加熱ヒータ（加熱手段）
- 108 第1の熱電対（温度センサ）
- 50 112 第2の加熱ヒータ（加熱手段）

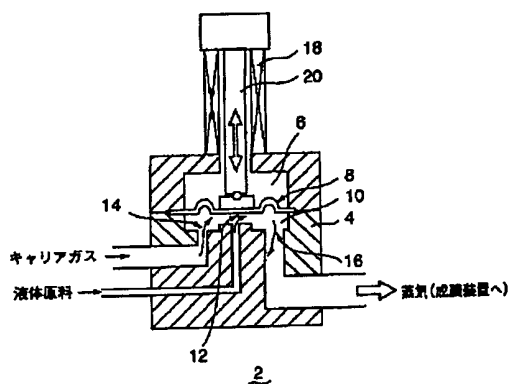
【図 6】



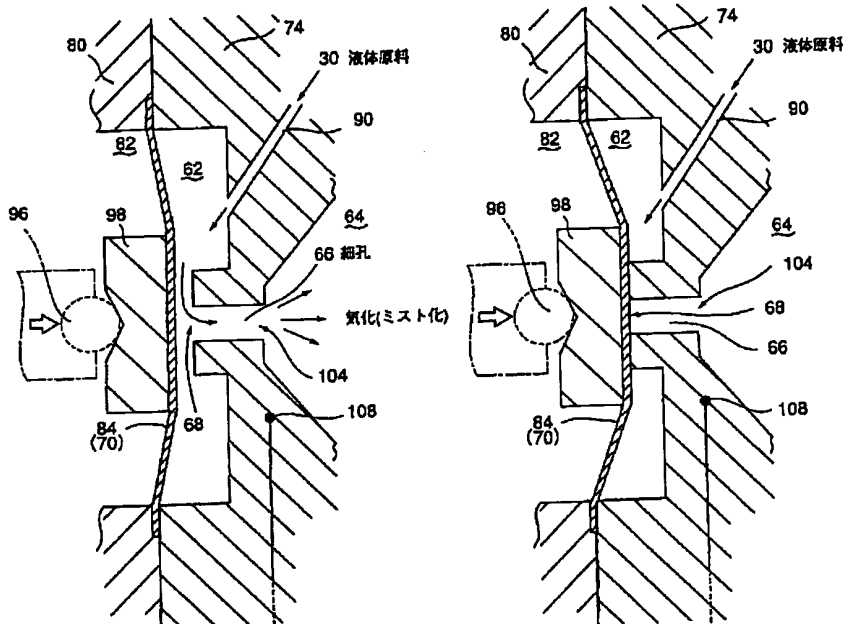
【図 3】



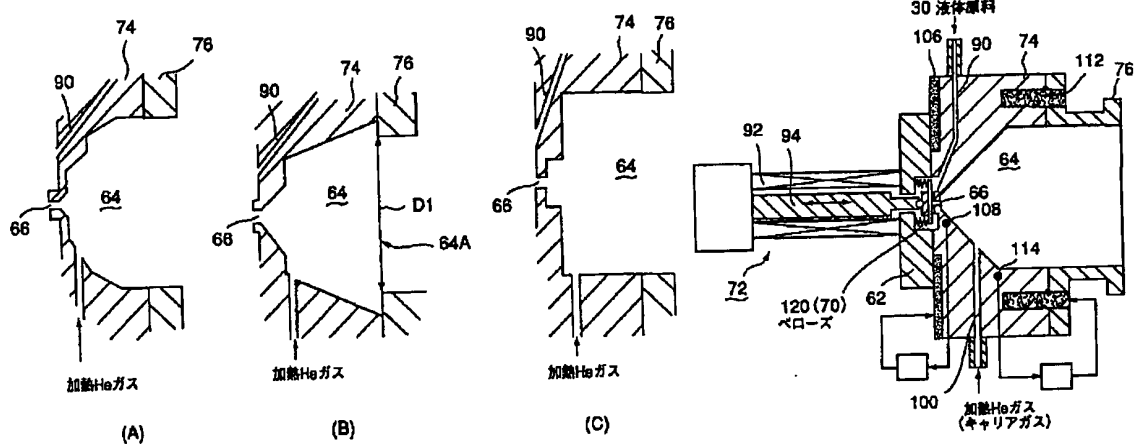
【図 1 1】



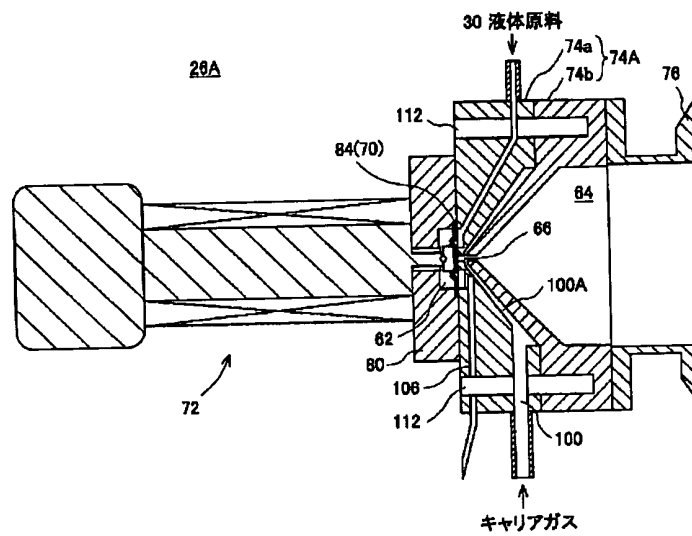
【図 5】



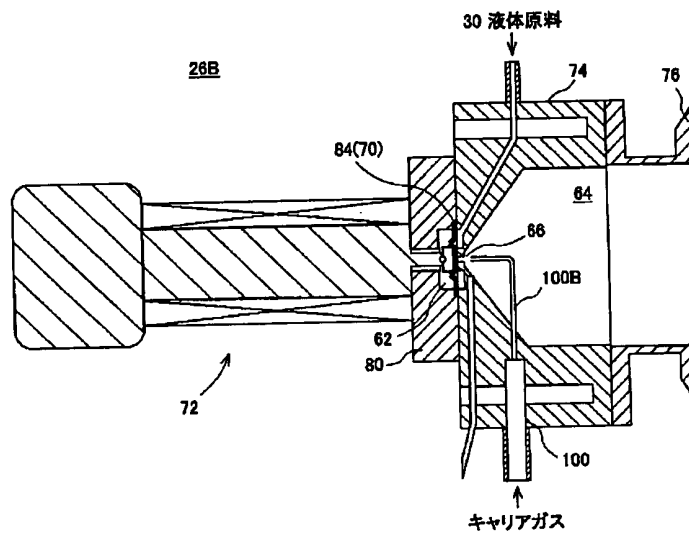
【图 8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 森 宏幸  
山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京  
エレクトロン株式会社総合研究所内

(72)発明者 小野 弘文  
滋賀県野洲郡中主町大字乙窪字澤588番1